
МЕТАДАЛОГІЯ ДАСЛЕДАВАННЯ

Л. И. БОРОДКИН

НЕЛИНЕЙНОЕ РАЗВИТИЕ: ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ИСТОРИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В последнее десятилетие все больше внимания в работах исследователей экономической динамики привлекают концепции синергетики и связанной с ней теории хаоса. Интерес к новому направлению определяется и сложным характером, неустойчивостью переходных процессов, трансформационных преобразований в экономике стран постсоветского пространства. Рассматривается применение концепций и методов синергетики в исследованиях экономической динамики, дается оценка их возможностей в задачах анализа неустойчивых, переходных процессов.

During last decade the concept of synergy and related chaos theory attract more and more attention of researchers of economical dynamics. Their interest in the new direction is determined by the complex nature, and instability of transient transformations that take place in the economies of the former Soviet Union. The author makes a review of applications of concepts and methods in the study of synergetic economic dynamics, assesses their capabilities for the analysis of unstable, transient processes.

Ключевые слова: концепции синергетики; теория хаоса; теория поля; саморазвивающиеся системы; нелинейные динамические системы; синергетическая экономика; историко-экономические исследования.

Keywords: the concept of synergetics; chaos theory; field theory; self-organizing systems; nonlinear dynamic systems; synergetic economics; studies on economic history.

Бародкін Леонід Іосіфавіч — загадчык кафедры гістарычнай інфарматыкі Маскоўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя М. В. Ламаносава, доктар гістарычных навук, прафесар.

Методологический арсенал социальных наук расширился с конца XX в. за счет концепций синергетики. Не менее важным для историков является и источниковедческо-методический аспект применения синергетики в исторических исследованиях: если источники дают возможность реконструировать длинные временные ряды, то с помощью специальных компьютеризованных методик можно проверить гипотезу о наличии хаотических режимов в динамике изучаемого процесса. Концепции синергетики нашли применение в работах историков стран постсоветского пространства. В Республике Беларусь исследования в этом направлении ведет профессор В. Н. Сидорцов и его ученики.

В течение последних десятилетий все большее внимание в работах исследователей динамики экономических процессов прошлого привлекают концепции синергетики и связанной с ней теории хаоса. Интерес к методам и концепциям формирующейся «науки о сложном» (*complexity science*) определяется и сложным характером, неустойчивостью социально-экономических процессов, трансформационных преобразований, происходящих в экономике стран постсоветского пространства.

Появление основных концепций синергетики связано с научными исследованиями И. Пригожина, лауреата Нобелевской премии, известного бельгийского ученого русского происхождения. Изучая физику неравновесных систем, И. Пригожин открыл новые эффекты, которые лаконично отражены в названии книги «Порядок из хаоса» [1]. Синергетику часто называют наукой о сложном; учением о самоорганизации, анализирующем универсальные закономерности эволюции сложных динамических систем, изменения состояния системы в условиях ее взаимодействия со средой. Один из основателей синергетики, немецкий физик Г. Хакен, определял ее не только как науку о механизмах самоорганизации сложных систем. Вопрос, существуют ли в синергетике общие законы или принципы, казался ему «несколько удивительным и, возможно, даже шокирующим, потому что допускалось, что части системы могут быть совершенно различного характера» [2, с. 12].

По мнению известного философа, академика В. С. Стёпина, саморазвивающиеся системы характеризуются синергетическими эффектами, принципиальной необратимостью процессов. Взаимодействие с ними человека протекает таким образом, «что само человеческое действие не является чем-то внешним, а как бы включается в систему, видоизменяя каждый раз поле ее возможных состояний» [3, с. 113].

Широкое распространение концепций синергетики поставило вопрос не просто о расширении категориального аппарата социальных наук,

но и об использовании достаточно универсальных математических моделей, разработанных в рамках теории нелинейных динамических систем и математической теории хаоса, тесно связанных с концепциями синергетики. «Новая (нелинейная) наука» («*new science*») не утверждает, что линейного характера развития процессов и равновесных состояний не существует; она исходит из того, что эти свойства не являются доминирующими в реальности, а главное, что заслуживает внимания исследователей, — непредсказуемость поведения изучаемых систем в точках бифуркации, в которых малые случайные флуктуации могут оказать сильные воздействия на траекторию процесса (в то время как в условиях «равновесия», обычно рассматриваемых традиционной наукой, большие флуктуации мало влияют на ход процесса). Возникающий вблизи точки бифуркации «хаос» не означает, что порядок исчезает; он означает, что динамика процесса становится *внутренне* (а не в силу внешних причин) непредсказуемой. Центральный вопрос, который обсуждается историками — влияние случайностей, которые в принципе невозможно предугадать и спрогнозировать, на общий характер развития изучаемого процесса. С этим вопросом связаны и новые подходы к изучению альтернатив общественного развития, возникающих в точках бифуркации¹.

Как отмечает Хакен, принципы синергетики можно применять к многочисленным системам, которые относятся к большому спектру дисциплин, что дало возможность создать новые приложения и подходы. Изучение динамики историко-экономических процессов — еще один пример расширения области применения синергетики [2].

В данной работе дается краткий обзор применений синергетической концепции в исследованиях экономической динамики, оценка ее возможностей в задачах анализа неустойчивых, переходных исторических процессов.

Количество публикаций, посвященных применению синергетического подхода, теории хаоса в исследованиях динамики экономических систем, исчисляется сотнями, включая несколько книг из знаменитой

¹ В этом случае уместно процитировать академика Л. И. Абалкина, который отмечал, что «...современный взгляд на развитие общественной, в том числе экономической, науки, основанной на теории социальных альтернатив, отрицает однозначно заданную логику общественных преобразований, линейность движения от низших форм к высшим, допускает реальную вероятность разных типов прогресса и регресса» [4, с. 11].

шпрингеровской серии по синергетике, редактируемой Г. Хакеном². Автор одной из них, Т. Пу, отмечает: «Несомненно, самым эффективным событием в современной теории систем явилось открытие хаоса... Хаос неотделим от существующего фундамента экономической теории» [5, с. 8, 14]. Обсуждая эффект «разбегания» соседних траекторий, свойственный хаотизированным системам, Т. Пу делает предположение о том, что экономические прогнозы часто бывают частично ошибочными, потому что экономические системы, подобно метеорологическим, непредсказуемы при рассмотрении достаточно долгосрочной перспективы, несмотря на относительную простоту и детерминированность. Более уверенно можно пользоваться краткосрочным прогнозом — «когда период достаточно мал, экспоненциального расхождения близких траекторий не происходит» [5, с. 137].

Оценивая перспективы применения методов синергетики в экономике, авторы предисловия к книге В.-Б. Занга «Синергетическая экономика» утверждают, что любой раздел экономической науки может быть отнесен к области приложений синергетики. «Если мы хотим заглянуть за горизонт узкого мира, в котором все представляется устойчивым и в котором нет места катастрофам и перестройкам, нам не обойтись без использования синергетического подхода» [6, с. 7]. Как отмечает В.-Б. Занг, синергетическая экономика изучает свойства эволюционных экономических систем, в которых «порядок дает начало хаосу, но в хаосе зарождается новый порядок». Автор прослеживает, каким образом в

² Укажем лишь основные монографии и сборники статей по данной тематике, изданные в разных странах в течение двух последних десятилетий: *Евстигнеева Л. П., Евстигнеев Р. Н.* Экономика как синергетическая система, М. : URSS, 2012; *Милованов В. П.* Синергетика и самоорганизация. Социально-экономические системы. М. : Либроком, 2010; *Мясников А. А.* Синергетические эффекты в современной экономике. М. : URSS, 2010; *Sornette D.* Why Stock Markets Crash : Critical Events in Complex Financial Systems. Princeton University Press, 2004; *Ubaldo Nieto de Alba.* Historia del tiempo en economia. Prediccion, caos y complejidad. McGraw-Hill, Madrid, 1998; *Decher W.* Chaos theory in economics methods, models and evidence. International Library of critical writings in economics. Elgar reference collection. Cheltenham UK, Brookfield U. S., 1996; *Finkenstaedt B.* Nonlinear Dynamics in Economics. A Theoretical and Statistical Approach to Agricultural Markets. Springer-Verlag, Berlin, 1995; *Vaga T.* Profiting from Chaos. Using Chaos Theory for Market Timing, Stock Selection, and Option Valuation. McGraw-Hill, New York, 1994; *Fernandez Diaz A.* La economia de la complejidad. Economia dinamica caotica, Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1994; *Занг В.-Б.* Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. М. : Мир, 1999; *Пу Т.* Нелинейная экономическая динамика. Ижевск, 2000; *Петерс Э.* Хаос и порядок на рынках капитала. М. : Мир, 2000.

ходе эволюционного процесса вследствие «динамического взаимодействия различных сил возможно внутрисистемное (эндогенное) появление хаоса» [7, с. 16, 17]. По его мнению, наличием хаоса характеризуются такие экономические системы, как рынки труда, кредитно-денежные рынки, урбанистические системы, системы перевозок и связи [7, с. 33].

Процесс проникновения идей синергетики в экономическую теорию анализирует и В. Р. Евстигнеев, отмечая, что организация научного дискурса вокруг понятия «нелинейности» связана с определенными изменениями в эпистемологических установках мирового научного сообщества во второй половине XX в., когда глобализация проблем и конфликтов цивилизации заметно способствовала принятию идеи нелинейности представителями общественных наук. У экономических систем, по мнению автора, существуют состояния, вблизи которых системные законы, управляющие поведением, дальнейшим развитием данной системы, резко изменяются, и система становится «вдруг» в существенной степени иной, но уловить эти переходы хотя бы на самом общем уровне экономическая теория не в состоянии. Речь идет, подчеркивает В. Р. Евстигнеев, о «фундаментальной нелинейности, присущей экономическим системам в целом и не находящей отражения в структуре экономического знания» [8, с. 112, 113].

Представляют интерес попытки рассмотрения теории длинных волн экономической конъюнктуры Н. Д. Кондратьева в контексте концепций синергетики. Как показывает В. В. Василькова, фаза подъема «кондратьевского цикла» в своих структурных изменениях предстает как аналог синергетического режима зарождения нового порядка, а фаза спада — как аналог режима сохранения этого порядка. Центром внимания в синергетической интерпретации теории длинных волн является проблема «рождения порядка», начала структурообразования нового цикла в нижней точке понижательной волны, известная в литературе как проблема «структурного кризиса» [9, с. 296]. Так, в работе С. М. Меньшикова и Л. А. Клименко предложены нелинейные модели экономического развития, с помощью которых исследуются состояния неравновесности и неустойчивости системы, условия возникновения бифуркаций, предвещающих рождение «нового порядка» [10, с. 21]. При этом вероятность появления статической бифуркации (скачкообразного перехода от одного состояния к другому) связывается с переменной в экономике разных по своей динамичности структур. Как отмечает В. В. Василькова, речь идет о вечном состязании двух сил в экономике — монопольной тенденции и свободной конкуренции [9, с. 297]. Эта вероятность повышается

в зоне перехода от преобладания монопольных структур к условиям более свободной конкуренции, когда резко возрастает спрос на новые технологии, а более свободные и динамичные конкурентные силы приводят к потере традиционного господства монополий. Таким образом, «вероятность экономических катастроф становится реальностью именно в фазе больших, т. е. структурных кризисов» [10, с. 22].

В этом контексте можно рассматривать и теорию экономического развития Д. Шумпетера [11]: инновационные толчки (шоки) являются «подачей энергии», приводящей к синергетическим эффектам, качественным изменениям системы: экономика без инноваций вынуждена оставаться в застое (устойчивом равновесии), а инновационные толчки могут привести к бифуркациям и хаосу [12].

Наиболее перспективной областью приложений синергетического подхода в историко-экономических исследованиях является, на наш взгляд, история финансовых рынков. По мнению В. Р. Евстигнеева, поведение финансовых систем можно конструктивно описывать и плодотворно анализировать в терминах тех идей, которые связаны с именем Пригожина, с теорией нелинейности, сложных структур, с концептами синергетического движения. В своей работе Евстигнеев пытается доказать, что те свойства финансовых систем, которые принято считать практически полностью зависящими от внешних условий, прежде всего от особенностей макроэкономической политики государства, в действительности не нуждаются в подобного рода внешнем субъекте и могут получить достаточное объяснение в терминах тонких структурных особенностей самой финансовой системы [8, с. 116].

Анализируя возможности моделирования финансовой динамики, А. Ю. Лоскутов пришел к выводу, что финансовые ряды имеют конечную емкость и могут быть описаны обыкновенным дифференциальным уравнением конечного порядка» [13, с. 216]. Наблюдения над финансовыми рядами позволили ему подметить следующие особенности: зачастую курс акций колеблется в ограниченном интервале между «уровнями поддержки и сопротивления» (такое поведение иногда называют гомодинамическим); время от времени курс акций «пробивает» эти уровни и после переходного процесса выходит на другой гомодинамический участок. Интерпретация этих особенностей с точки зрения теории динамических систем была положена в основу подхода к построению модели, описывающей динамику финансовых рядов.

Как отмечает Т. Вага, в современной экономической науке используется понятие «квази-эффективных» рынков, связанных с хаотическим

поведением биржевых индикаторов: случайные новости (информационные сигналы) учитываются быстро, но со «смещенной» реакцией. Биржа может реагировать на хорошие новости и игнорировать плохие (или наоборот). Существует трактовка, в соответствии с которой «если биржа получает хорошие новости и при этом цены падают, то это слабый рынок; если же при получении плохих новостей цены растут, мы имеем дело со здоровым рынком» [14, р. 18]. Нелинейные модели Т. Ваги объясняют переходы между различными состояниями фондового рынка и связанными с ними типами поведения брокеров («быков» и «медведей»³, играющих соответственно на повышение или понижение курсов и ориентированных на вознаграждение рисков). «Очевидно, — считает Т. Вага, — что хаотизированный рынок создает большие риски (проявляющиеся в виде биржевой паники, маний, финансовых крахов, уже долгое время мучающих рынки)». Менее очевидным, по его мнению, является предсказание нелинейной теории о том, что наиболее прибыльные возможности (тактики) не обязательно сопровождаются соответствующими высокими рисками [14, р. 14].

Именно наличие хаоса в динамике макроэкономического развития подвигло К. Домингеса, Р. Фейра и М. Шапиро рассмотреть интересный вопрос, можно ли было заранее предсказать Великую депрессию? [15]. Они показали, что современные аналитики, использующие наиболее продвинутые (но «досинергетические») методы и программы анализа временных рядов, оказались не в состоянии предсказать обвальное падения производства⁴, поскольку основывались на предположениях о структурной устойчивости и линейности процесса. Тем самым упомянутая работа «задним числом» оправдывает как службы экономического прогнозирования Гарварда и Йеля (наиболее авторитетные аналитические центры периода Великой депрессии), так и современных эконометристов, построивших оптимистические прогнозы развития экономической конъюнктуры накануне Великой депрессии. Дать более реалистические оценки состояния процесса можно было бы основываясь на методах нелинейной динамики, теории хаоса.

Пожалуй, наиболее заметной вехой на пути освоения концепций и методов синергетики социальными науками явилась публикация в 1996 г. в издательстве Мичиганского университета (США) книги «Теория хаоса

³ Принятая в англоязычной литературе терминология — «bull» market, «bear» market.

⁴ Так, общий объем промышленного производства в США в 1929—1933 гг. сократился на 46,2 %, а в автомобилестроении — на 80 %.

в социальных науках: основы и применения» (под редакцией Л. Д. Киля и Э. Эллиотта) [16]. Редакторы книги отмечают, что среди социальных наук новый подход получил признание именно в экономике. Это можно объяснить, в частности, достаточно высоким уровнем применения математики в данной области. Однако этот процесс связан и с известной неудовлетворенностью «ортодоксальными» равновесными моделями, доминирующими как в макро-, так и в микроэкономике [16, р. 12]. Так, в главе «Теория хаоса и рациональность в экономике» Д. Б. Россер обсуждает проблематичность одного из центральных предположений экономической теории — о рациональном поведении экономических агентов (или о рациональных ожиданиях) — в контексте растущего понимания нелинейного характера многих динамических систем в экономике [17, р. 199—213]. Ряд теоретических моделей, включающих рациональные ожидания, но способных генерировать хаотическую динамику, был разработан в различных областях экономики. Парадокс заключается в том, что наличие хаоса сопровождается чувствительностью к начальным условиям, а это означает, что даже незначительные погрешности в оценках могут привести к серьезным ошибкам в долгосрочном прогнозировании. Такая ситуация приводит к «серьезным сомнениям» [17, р. 200] относительно реалистичности предположения о рациональных ожиданиях. Этот вопрос находится в центре внимания Россера, который рассматривает ряд микроэкономических моделей с рациональными ожиданиями, которые обнаруживают хаотическое поведение. Представляют интерес модели индивидуальных предпочтений, основанные на наблюдениях Веблена (1899) и Лейбенштейна (1950), выявивших эффекты «бандвагона» и «сноба» (в первом случае индивидум приобретает какой-либо товар, когда его покупают другие, а во втором случае, наоборот, индивидум не хочет приобретать товар, если он покупается другими). В этой модели, при некоторой пороговой величине цены товара, начинается хаотическая динамика. В итоге Россер пришел к выводу, что во многих ситуациях стандартная неоклассическая теория остается эффективной. Автор сравнил эту ситуацию с той, которая сложилась в физике после открытия теории относительности: ньютоновская механика сохранила определенную (и существенную) сферу применимости.

Б. Д. Берри и Х. Ким рассматривают методы анализа нелинейной динамики экономических рядов большой протяженности [18, р. 215—236]. Исследуется 200-летняя динамика флуктуаций цен и темпов экономического роста в США в 1790—1990 гг. Авторы приводят две гипотезы о характере этой динамики: 1) система стремится к равновесному

состоянию в отсутствии внешних воздействий, появление которых может вызвать циклические колебания; 2) динамике системы, определяемой преимущественно эндогенными (внутренними) факторами, присуща нестабильность, выражающаяся в вариациях между нижними и верхними пределами инвестиций и потребления.

Берри и Ким показывают, что волны большой длительности в динамике индекса оптовых цен и темпов экономического роста, сопровождаемые краткосрочными колебаниями, демонстрируют непредсказуемое поведение системы, наличие детерминистского хаоса. Таким образом, циклы инфляции и стагнации («кондратьевские циклы» примерно полувековой длительности) в американской экономике за последние 200 лет характеризуются наличием хаотического предельного цикла, что определяет содержание и структуру хаотических процессов внутри более продолжительной стабильной динамики.

Анализ моделей пространственной эволюции поселений проводится Д. Дендриносом, который рассматривает города как «пространственные хаотические аттракторы». Используя модель итеративного процесса, который порождает временные ряды, характеризующие деятельность людей в этом пространстве, автор показывает, каким образом эволюция пространственной структуры локализации городов может принять форму периодических, квазипериодических или непериодических (хаотических) аттракторов. Так, хаотические аттракторы в модели Дендриноса возникают в среде «свободного рынка» [19, р. 237—269].

В работе К. Б. де Грина предлагается оригинальный подход к эволюции сложных социальных систем, основанный на теории поля [20, р. 273—294]. В рамках этого «поля», порожденного элементами *микроуровня* и петлями обратной связи, возникают взаимосвязи элементов на *макроуровне*. Де Грин применяет свой подход к изучению динамики циклов Кондратьева, демонстрируя, что эти циклы («длинные волны экономического развития») включают такие компоненты, как институты, технологии, менталитет и т. д. Автор отмечает, что в моделях циклов хаотические режимы возникают при различных предположениях о характере обратной связи. Вслед за другими экономистами, де Грин придерживается точки зрения, что четвертый цикл Кондратьева (длительность циклов определяется в 55 лет) начался в мировой экономике на излете Великой депрессии, в конце 1930-х гг., а сейчас мы находимся на начальной фазе пятого цикла.

Интерес представляют компьютеризованные процедуры обнаружения хаоса во временных рядах, отражающих экономическую динамику

ку. Такие методы использовались Барнеттом и Ченом для анализа агрегированных рядов финансовых показателей (выявлено наличие хаоса) [21], Брокром и Сэйерсом — для анализа временных рядов, характеризующих бизнес-циклы (гипотеза о наличии хаоса нашла слабое подтверждение) [22], Франком и Стенгосом — для анализа динамики доходов в Канаде (хаос не обнаружен), Шейнкманом и Ле Бароном — для анализа динамики стоимости акций (выявлен хаос) [23], Финкенштедт — для анализа динамики цен на сельскохозяйственную продукцию (выявлен хаос) [24].

Корректная реализация процедур выявления хаоса требует выполнения ряда условий. Исследуемые временные ряды должны быть достаточно длинными (сотни, а лучше тысячи точек), по возможности не укрупненными (т. е. микро-, а не макроэкономическими данными), временные интервалы между соседними значениями должны быть достаточно короткими (дни или недели) [24, р. 3].

Этим условиям отвечают построенные нами временные ряды стоимости акций крупных русских машиностроительных предприятий и нефтяных компаний начала XX в., которые котировались на Санкт-Петербургской фондовой бирже в 1900—1914 гг. [25] Главной целью нашего исследования являлось выявление относительной роли эндогенных, «внутренних» факторов биржевой динамики, связанных с взаимодействием биржевых игроков. Для исследователя экономической динамики установление существования хаотических режимов по данным конкретных исторических источников может иметь принципиальное значение — в этом случае можно говорить о доминировании эндогенных факторов, о внутренней неустойчивости процесса, когда небольшие воздействия или случайные флуктуации способны привести к крупным последствиям, к резкому изменению характера изучаемого процесса.

Сегодня методический инструментарий синергетики содержит целый набор компьютеризованных процедур выявления хаотических режимов в динамике изучаемых процессов [26]. В данной работе использованы возможности программного обеспечения «*Chaos Data Analyzer: The Professional Version*» (далее — CDA). Анализируя динамику котировок на Санкт-Петербургской бирже, мы использовали возможности пакета CDA в задачах обнаружения хаотических режимов (вычислялись значения показателя Ляпунова, корреляционная размерность, строились фазовые портреты динамических рядов, их спектры, автокорреляционные функции и т. д.). Проведенная с помощью пакета CDA обработка временных рядов курсов акций машиностроительных заводов дает веские ар-

гументы для установления существования хаотических режимов в динамике стоимости дивидендных бумаг на Санкт-Петербургской бирже в первом десятилетии XX в. Тем самым можно продвинувшись в понимании существенной роли эндогенных факторов этой динамики, связанных с синергетическими эффектами, определяющими зависимость поведения биржи от малых флуктуаций. При этом котировки металлургических и нефтяных ценностей характеризовались различными степенями устойчивости и предсказуемость поведения курсов акций металлургических предприятий была в целом ниже; в то же время нефтяные бумаги в большей мере (в сравнении с машиностроительными) реагировали на внешние события, экзогенные факторы. Полученные результаты дают, на наш взгляд, ключ к пониманию роли конкретных событий и обстоятельств экономического и политического характера, на фоне которых в начале XX в. развивались динамичные процессы на российском финансовом рынке. Выявленная степень неустойчивости рынка промышленных акций может объяснить внезапные обвалы и взлеты курсов, непредсказуемые флуктуации и «раскачки» биржевых процессов.

Использование методов нелинейной динамики дает в руки исследователей неустойчивых историко-экономических процессов новый аналитический инструментарий, учитывающий эффекты самоорганизации, воздействие эндогенных факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986; Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. Ижевск, 1999.
2. Хакен Г. Можем ли мы применять синергетику в науках о человеке? // Синергетика и психология. М., 2000. Вып. 2 : Социальные процессы.
3. Стёпин В. С. Смена типов научной рациональности // Синергетика и психология. М., 1999. Вып. 1 : Методологические вопросы.
4. Абалкин Л. И. Российская школа экономической мысли: поиск самоопределения. М., 2000.
5. Пу Т. Нелинейная экономическая динамика. Ижевск, 2000; Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. М. : Мир, 2000.
6. Лебедев В. В., Разжеввайкин В. Н. Предисловие // В.-Б. Занг. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. М. : Мир, 1999.
7. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. М. : Мир, 1999.
8. Евстигнеев В. Р. Идеи Пригожина в экономике. Нелинейность и финансовые системы // Общественные науки и современность. 1998. № 1.
9. Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации. СПб. : Лань, 1999.

10. *Меньшиков С. М., Клименко Л. А.* Длинные волны в экономике (Когда общество меняет кожу). М., 1989.
11. *Шумпетер Д.* Теория экономического развития. М., 1982; *Schumpeter J. A.* Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York, 1939.
12. *Савельева И. М., Полетаев А. В.* История и время. В поисках утраченного. М., 1997. Гл. 4.; См. также: *Занг В.-Б.* Указ. соч. С. 293.
13. *Лоскутов А. Ю.* Синергетика и нелинейная динамика: новые подходы к старым проблемам // Синергетика: труды семинара : в 3 т. / ред.: В. А. Садовничий [и др.]. М., 2000. Т. 3 : Материалы круглого стола «Самоорганизация и синергетика: идеи, подходы и перспективы».
14. *Vaga T.* Profiting from Chaos. Using Chaos Theory for Market Timing, Stock Selection, and Option Valuation. McGraw-Hill; New York, 1994.
15. *Dominguez K. M., Fair R. C., Shapiro M. D.* Forecasting the Depression: Harvard versus // *Am. economic Rev.* Vol. 78. 1988.
16. Chaos Theory in the Social Sciences: Foundations and Applications / ed. L. D. Kiel and E. Elliot. Ann Arbor, 1996.
17. *Rosser J. B. Jr.* Chaos Theory and Rationality in Economics: Foundations and Applications / ed. L. D. Kiel and E. Elliot. Ann Arbor, 1996.
18. *Berry B. J. L. and Kim H.* Long Waves 1790—1990: Intermittency, Chaos, and Control. In: Chaos Theory in the Social Sciences: Foundations and Applications / ed. L. D. Kiel and E. Elliot. Ann Arbor, 1996.
19. *Dendrinos D. S.* Cities as Spatial Chaotic Attractors. In: Chaos Theory in the Social Sciences: Foundations and Applications / ed. L. D. Kiel and E. Elliot. Ann Arbor, 1996.
20. *DeGreene K. B.* Field-Theoretic Framework for the Interpretation of the Evolution, Instability, Structural Change, and Management of Complex Systems. In: Chaos Theory in the Social Sciences: Foundations and Applications / ed. L. D. Kiel and E. Elliot. Ann Arbor, 1996.
21. *Barnett W. and Chen P.* The aggregation-theoretic monetary aggregates are chaotic and have strange attractors: An econometric application of mathematical chaos / In: Barnett, W., Berndt, E. and White H. (eds.) // *Dynamic Econometric Modelling.* Cambridge : Cambridge University Press, 1988.
22. *Brock W. A. and Sayers C. L.* Is the business cycle characterized by deterministic chaos? // *Journal of Monetary Economics.* 1988. Vol. 22.
23. *Scheinkman J. A. and LeBaron B.* Nonlinear dynamics and stock returns // *Journal of Business.* 1989. Vol. 62.
24. *Finkenstaedt B.* Nonlinear Dynamics in Economics. A Theoretical and Statistical Approach to Agricultural Markets. Berlin : Springer-Verlag, 1995.
25. *Бородкин Л. И., Коновалова А. В., Левандовский М. И.* О соотношении факторов, влиявших на динамику рынка акций в начале XX в. (Петербургская биржа, 1900—1909 гг.) // *Собственность в XX веке.* М., 2001. С. 276—290; *Бородкин Л. И., Коновалова А. В.* Российский фондовый рынок в начале XX в.: анализ факторов курсовой динамики. СПб., 2009.
26. *Малинецкий Г. Г., Потанов А. Б.* Современные проблемы нелинейной динамики. М., 2000.